

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Optimalizace řezných podmínek a logistika procesu
hrubování kovaných tyčí

Optimization of Cutting Conditions and Logistics Process,
Roughing Forged Bars

Student: Marek Révay

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Josef Novák, Csc.

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra mechanické technologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Marek Révay**
Studijní program: **B2341 Strojírenství**
Studijní obor: **2301R040 Průmyslové inženýrství**
Téma: **Optimalizace řezných podmínek a logistika procesu hrubování kovaných tyčí**
Optimization of Cutting Conditions and Logistics Process, Roughing Forged Bars

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu
2. Hodnocení současného stavu
3. Návrh alternativ
4. Výběr konkrétního řešení
5. Celkové hodnocení řešení

Seznam doporučené odborné literatury:

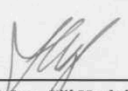
NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Grada Publishing, 2002. 421 s. ISBN 80-247-0199-5.
Racionalizace výroby [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>
Organizace a řízení [online]. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2007. [cit. 2011-12-06]. URL: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>
TOMEK, Gustav. VÁVROVÁ, Věra. *Řízení výroby*. Grada Publishing, 1999. 439 s. ISBN 80-7169-578-5.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

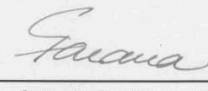
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012


prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.
vedoucí katedry

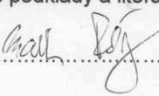



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě21.5.2017.....

..........

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 21.5.2012.....



podpis

Jméno a příjmení autora práce: Marek Révay

Adresa trvalého pobytu autora práce: J. Vrchlického 2444/9, Karviná

Anotace Bakalářské práce

RÉVAY, M. *Optimalizace řezných podmínek a logistika procesu hrubování kovaných tyčí* : bakalářská práce. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 51 s. Vedoucí práce: Novák, J.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací řezných podmínek a logistiky procesu hrubování kovaných tyčí ve VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. V úvodu práce jsou rozebírány současné řezné podmínky, logistika procesu, materiály a stroje. Práce obsahuje dále návrhy logistických řešení, návrhy renovací a modernizací strojů, také návrhy nových strojů, návrhy obráběcích nástrojů a finálně návrhy řezných podmínek. Dále jsou řešeny strojní časy při všech výrobních možnostech a výrobní kapacity těchto možností.

Anotation of Bachelor thesis

RÉVAY, M. *Optimization of cutting conditions and logistics process, roughing forged rods* : bachelor thesis. Ostrava : VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 51 p. Leader: Novák, J.

This thesis deals with the optimization of cutting conditions and logistics processes of the rough forged rods at VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. At the beginning of the thesis are discussed cutting conditions, logistics processes, materials and machines. The work also contains suggestions for logistics solutions, suggestions for renovation and modernization of machines and also suggestions for new machines, suggestions for machine tools and final design of cutting conditions. There is also dealt with all times machinery manufacturing capabilities and production capacity of these options.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	8
0 ÚVOD	9
1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	10
1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI.....	10
1.2 KOVANÉ TYČE	14
1.3 LOGISTIKA TYČÍ	15
1.4 PRACOVNÍŠTĚ A STROJE	17
1.5 SOUČASNÝ PROCES HRUBOVÁNÍ	21
1.6 JEDNODUCHÝ TECHNOLOGICKÝ POSTUP HRUBOVÁNÍ	22
1.7 NABÍDKA HRUBOVANÝCH TYČÍ	23
1.8 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA MATERIÁLŮ	23
1.9 ZKOUŠKY TYČE	24
1.10 ŽIVOTNÍ CYKLUS TYČE	24
2 HODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU	25
2.1 SWOT ANALÝZA ŘEZNÝCH PODMÍNEK A LOGISTIKY PROCESU HRUBOVÁNÍ KOVANÝCH TYČÍ	25
3 NÁVRH ŘEŠENÍ	25
3.1 LOGISTIKA	25
3.2 RENOVACE A MODERNIZACE SOUSTRUHŮ	28
3.3 NÁVRH OBRÁBĚCÍCH NÁSTROJŮ	30
3.4 NÁVRH DESTIČEK PRAMET TOOLS S.R.O.	31
3.5 NÁVRH DESTIČEK SECO TOOLS	34
3.6 NÁVRH ŘEZNÝCH PODMÍNEK	35

3.7	NÁVRH OBRÁBĚCÍCH STROJŮ	39
3.8	VÝPOČET STROJNÍCH ČASŮ	41
3.9	POROVNÁNÍ STROJNÍCH ČASŮ	44
4	MAXIMÁLNÍ VÝROBNÍ KAPACITA JEDNOHO STROJE	46
4.1	EFEKTIVNÍ ČASOVÝ FOND DĚLNÍKA	46
4.2	VYUŽITELNÁ KAPACITA PRACOVÍŠTĚ	46
5	ZÁVĚR	48
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	50

Seznam použitých značek a symbolů

Kč	Korun českých
hod	hodina
min	minuta
t	tuna
kg	kilogram
m	metr
mm	milimetr
ot	otáček
kW	kiloWatt
max	maximální
GO	generální oprava
VBD	volitelná břitová destička
f	posuv
a_p	hloubka řezu
v_c	řezná rychlost
n	otáčky
Ø	průměr
L	obráběná délka
t_s	strojní čas
CNC	computer numeric control

0 Úvod

Globalizace a internacionalizace zajišťuje nové zákazníky, ale také i novou konkurenci. Firmy zažívají stále větší tlak na zdokonalování se pod vlivem této konkurence. Úspěšnost a konkurenceschopnost firmy je dána efektivitou a flexibilitou výrobních procesů, strukturou firmy, podnikovou kulturou a jinými faktory ovlivňujícími chod firmy.

Firmy musí neustále zdokonalovat výrobní systém. Musí se hlavně soustředit na dlouhodobou filozofii, správné procesy, které budou produkovat správné výsledky, rozvoj zaměstnanců a partnerů firmy a v neposledním případě řešit klíčové problémy a ponaučit se z nich. A však nejdůležitější charakteristikou výrobního systému je flexibilita, zařazujeme ji v dnešní době mezi velmi významné konkurenční výhody. Pouze firmy, které jsou schopny vyrábět nebo montovat stávající nebo budoucí sortiment výrobků v libovolném pořadí a kvantitě, mají schopnost přežít, rozvíjet se, růst a hlavně to nejdůležitější, vydělávat.

V dnešním konkurenčním prostředí, se firmy snaží podřídit zákazníkům. Zákazník je totiž ten, kdo do firmy přináší svůj kapitál a je ochoten ho utratit za služby nebo produkty.

Firmy musí pracovat efektivně, v maximální míře a množství využívat všech dostupných prostředků, stroje, energii, kapitál, pracovní sílu a materiál k dosažení kladného hospodářského výsledku.

Cílem mé bakalářské práce je vyřešit logistický problém, jenž nastal ve VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. a optimalizovat řezné podmínky procesu hrubování kovaných tyčí pomocí úpravy hlavních faktorů, které jej ovlivňují.

1 Analýza současného stavu

1.1 Základní údaje o společnosti

1.1.1 Společnost

Obchodní jméno: VÍTKOVICE MECHANIKA a .s.

Sídlo: Ruská 2929/101A, 706 02 Ostrava – Vítkovice

IČ: 2587 1587

DIČ: CZ 2587 1587

Právní forma: Akciová společnost

Datum vzniku: 1. ledna 2001

Počet zaměstnanců: ±1000



Obrázek 1.1 Logo společnosti

1.1.2 Historie a vznik

Vznik společnosti VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. jako samostatná jednotka je datována k 1. 1. 2001. Společnost vznikla sloučením údržeb jednotlivých provozů společnosti VÍTKOVICE a.s. VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. se významnou měrou podílí na zajišťování bezproblémového chodu výrobního programu společností začleněných do

skupiny VÍTKOVICE MACHINERY GROUP. Kromě servisních a opravárenských činností s dlouholetou zkušeností a tradicí, které se staly cennou podnikatelskou devizou a jsou i předmětem naší prezentace, zajišťujeme také výrobu strojních komponentů. Naše společnost je pro provádění výrobních a opravárenských činností certifikována společností TÜV SÜD Czech (ČSN EN ISO 9001:2009), což je zárukou vysoké úrovně poskytovaných služeb a systému řízení jakosti.

1.1.3 Současný stav podniku

Společnost působí na trhu jako strojírenská a servisní firma. Strojírenskou výrobu realizuje pro skupinu VÍTKOVICE i externí trh. V oblasti strojírenské výroby společnost realizuje výrobu a montáže technologických linek a tratí válcoven a tažírén pro zákazníky SMS, ŽDAS a další, kusovou a malosériovou strojírenskou výrobu a renovace náhradních dílů. Servisní činnost v rozsahu komplexní údržby strojů a zařízení realizuje především pro VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s., VÍTKOVICE POWERENGINEERING a.s., EVRAZ VÍTKOVICE STEEL a.s. a další externí trh.

Na trhu působí společnost VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. v těchto průmyslových oborech:

- Strojírenství
- Hutnictví
- Energetika
- Dřevařsko-papírenský průmysl
- Podnikatelská sféra
- Ekologie

1.1.4 Poskytované služby a výkony

Základní okruhy služeb a výkonů:

- Zpracování výkresové a průvodní dokumentace a přejímacích dokumentů
- Výroba a opravy strojních dílů
- Dodávky montovaných celků

- Opravy a rekonstrukce vyhrazených tlakových zařízení, potrubních rozvodů
- Opravy a rekonstrukce vyhrazených plynových zařízení
- Opravy a rekonstrukce vyhrazených elektrických zařízení
- Opravy a rekonstrukce zařízení měření a regulace, ASŘ
- Opravy a rekonstrukce hutních a metalurgických technologických zařízení
- Opravy a výroba ocelových konstrukcí
- Opravy a rekonstrukce vyhrazených zdvihacích a dopravních mechanismů
- Opravy a rekonstrukce tvářecích, obráběcích a ostatních pracovních strojů
- Opravy a rekonstrukce technologických vozidel

1.1.5 Specializované výkony:

- Renovace strojních dílů návarem pod tavidlem a v ochranné atmosféře
- Vylévání ložisek cínovou a olovnatou kompozicí
- Opravy a zkoušení prvků vysokotlaké hydrauliky, měření hydraulických prvků
- Bezdemontážní opracování ploch mobilními obráběcími stroji
- Pevnostní výpočty, rekonstrukce ocelových konstrukcí a zdvihacích zařízení
- Výroba termočlánků
- Opravy elektronických zařízení a měřidel
- Technické poradenství
- Revize vyhrazených technických zařízení
- Měření strojů a zařízení pomocí laseru

1.1.6 Politika kvality:

Vedení společnosti vyhláší níže uvedenou politiku kvality v souvislosti se zavedeným systémem managementu kvality dle ČSN EN ISO 9001:2009, a zavazuje se, že veškerou snahu a úsilí zaměří na plné uspokojení požadavků zákazníků a na dosažení významné pozice na tuzemském i zahraničním trhu.

Zavedením systému managementu kvality vznikají předpoklady i pro další rozvoj výrobního sortimentu, produktů, dosažení jejich nejvyšší úrovně a dobrého jména naší společnosti. Společnost klade důraz na dodržování platných zákonů a předpisů, trvalé zlepšování systému managementu kvality a pracovního prostředí ve společnosti.

Ke splnění politiky kvality je důležité.

Ve vztahu k zákazníkům:

- Dosáhnout maximální spokojenosti současných i budoucích zákazníků na základě jejich stanovených potřeb a požadavků.
- Pružně reagovat na změny požadavků zákazníků a legislativních předpisů.
- Neustále zlepšovat činnosti spojené s nabídkou, uzavíráním smluv, nákupem, výrobou a poskytováním služeb.

Ve vztahu k zaměstnancům:

- Zapojovat zaměstnance do týmové práce při udržování, zlepšování a rozvoji systému managementu kvality.
- Zajišťovat vyšší výkonnost zaměstnanců zvyšováním odborného růstu, vzděláváním a motivací.
- Zajišťovat příjemné pracovní prostředí pro zaměstnance.
- Dbát na ochranu životního prostředí a na zdraví všech zaměstnanců.

Ve vztahu k dodavatelům:

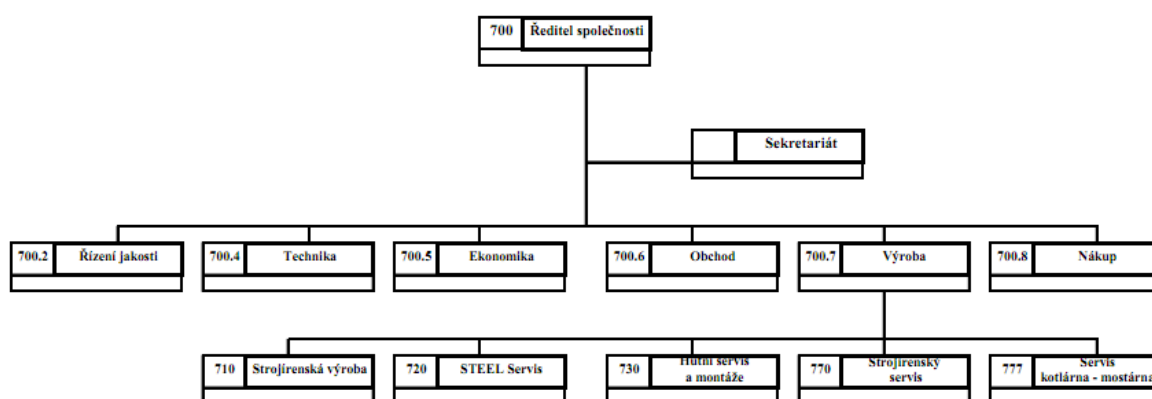
- Zabezpečit kvalitní vstupní materiály výběrem způsobilých dodavatelů.
- Vytvářet otevřenou komunikaci a vzájemně prospěšné vztahy s dodavateli.
- Brát dodavatele jako rovnocenného partnera.

Ve vztahu ke kvalitě:

- Zabezpečovat vysokou kvalitu našich produktů.
- Neustále uplatňovat při výrobě odpovídající technologie v souladu s novými poznatky v oboru.
- Zabezpečovat výrobu pomocí způsobilého výrobního zařízení.
- Zavádět nové metody pro zabezpečení kvality.

Společnost VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. je od roku 2003 držitelem certifikátu podle normy ISO 9001:2000 od společnosti TÜV SÜD Czech, s.r.o.

1.1.7 Organizační struktura Vítkovice mechanika a.s.



Obrázek 1.2 Organizační struktura

1.2 Kované tyče

Kované tyče, které bude VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. opracovávat, se vyrábějí v kovárně VÍTKOVICE HAMMERING a.s. Produkce probíhá na kovacím stroji německé firmy SMS MEER. Tento stroj je nejmodernější technologií volného kování v současnosti. Jeho provoz je plně automatizovaný a počítačově řízený. Strategie VÍTKOVICE HAMMERING a.s. chce do roku 2015 dostat roční produkci linky až na 100 tisíc tun kovaných výrobků, proto VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. dostala za úkol kované tyče zpracovávat.

1.2.1 Technické parametry rychlokovacího stroje SMX-800:

Rychlokovací linka dokáže zpracovat produkty do hmotnosti 8 tun a rozměrů do 550 milimetrů vnějšího průměru. Skládá se z hydraulického lisu o jmenovité kovací síle 18MN

a ze 4 kovadel kovající rychlostí až 240 úderů za minutu s výkonem 100.000t/rok. Hydrauliku pohání 10 motorů o výkonu 600kW, které za pomoci čerpadel vytváří tlak systému až 35Mpa. Dva synchronizované manipulátory si předávají výkovek přes konstrukci kovacího litého rámu. Kompatibilita nastavení stroje společně se speciální konstrukcí tlumení rázů kovadel umožňují kovat rozměry mezi 80 – 550mm při délce 18.000mm a hmotnosti 8.000t/ks. Kovaná trubka či dutý osazený výkovek při délkách cca. 12.000mm jsou pro SMX-800 samozřejmostí. Kovací tolerance se pohybují na hodnotách +3/-0mm. Po ukončení kovacího programu následuje řezání za tepla brusnými kotouči o průměru 1800mm a jehličkové označení výkovku. Uzel tepelného zpracování tvoří patrové pece, kalící nádrže a sázecí manipulátor. Maximální teplota ohřevu probíhající v 6-ti zónách karuselové pece je 1300°C. Výkonem cca. 40t/h se tato pec řadí mezi nejvýkonnější karuselové pece ve střední Evropě. Rovnoměrnost ohřevu +/- 3°C dovoluje nastavení pro získání velice přesných mechanických hodnot. Pro kalení jsou připraveny dvě polymerové kalící nádrže o objemu 113m³ a vodní nádrž o objemu 176m³.



Obrázek 1.3 Kovací stroj

1.3 Logistika tyčí

Tyče budou přepravovány z haly VÍTKOVICE HAMMERING a.s. (Obr. 1.4 barva fialová) do haly VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. (Obr. 1.4 barva žlutá) k opracování do finální podoby a konečných rozměrů podle zákaznicka požadavku. Tyče se dají dopravit dvěma způsoby a to železniční dopravou (Obr. 1.4 barva červená) nebo silniční dopravou (Obr. 1.4 barva azurová). Silnice vede přímou cestou přibližné délky ±650m do vjezdu haly VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. Zatímco železniční trať má delší trasu a to ± 2000m. Problémem je, že vlak musí zajet na hlavní kolej, tam projet různé výhybky, aby se dostal na správnou kolej vedoucí do haly VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. a pak couvat. Dalším problémem je, že trať prochází přes haly, které nevlastní VÍTKOVICE MECHANIKA a.s., tyto haly vlastní VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. (Obr. 1.4 barva zelená). Na trati

se kdykoliv může vyskytnout překážka a blokovat kolej a tyče nedorazí v čas a výroba je zbytečně pozastavena.



Obrázek 1.4 Mapa areálu

1.3.1 Železniční doprava

Železniční doprava je realizována pomocí nákladních vagónů a lokomotivy. Důležitým faktorem je nosnost jednoho nákladního vagónu, která činí asi 15t – 20t, u dvounápravového vagónu asi 40t - 50t. Z toho vyplývá, že jsou výhodnější dvounápravové nákladní vagóny, které uvezou 8 – 10 tyčí.



Obrázek 1.5 Železniční doprava

1.3.2 Silniční doprava

Silniční doprava je realizována kamionem s návěsem, jehož nosnost činí 15t – 20t, přičemž kamion je schopen uvést 3 - 4 tyče.

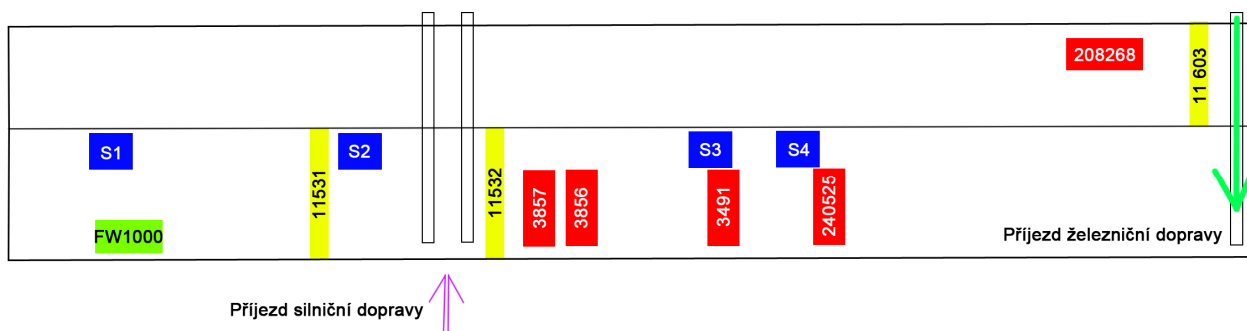


Obrázek 1.6 Silniční doprava

1.4 Pracoviště a stroje

Pracoviště, kde se budou kované tyče obrábět do finálních rozměrů, se nachází v hale VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. Mapa pracoviště je popsána na Obr. 1.7, kde jsou také vyznačeny příjezdové cesty jednotlivých doprav. Železniční doprava přijíždí ze směru zelené šipky a doprava silniční ze směru fialové dvojité šipky. Pro uložení tyčí jsou připraveny čtyři stojany na Obr. 1.7 jsou vyznačeny modře. Stojan S1 je pro surové tyče, stojan S2 slouží pro zavrtané tyče a do stojanů S3 a S4 se budou odkládat již hotové tyče. Dále je připraven zavrtávací stroj FW1000, který budou obsluhovat dva pracovníci a k dispozici budou mít i jednoho pracovníka, který bude rýsovat kované tyče. K dispozici je také pět soustruhů na Obr. 1.7 vyznačeny červeně, z toho tři soustruhy číslo 3857, 3856 a 3491 jsou schopny dvousměnného provozu. Pro nadměrný objem výroby kovaných tyčí

jsou připraveny dva soustruhy 240525 a 208268. Pro plynulý přesun tyčí po pracovišti jsou k dispozici tři mostové jeřáby 11531, 11532 a 11 603, na Obr. 1.7 vyznačeny žlutě.



Obrázek 1.7 Mapa pracoviště

1.4.1 Katalog strojů

Tabulka 1.1 Katalog strojů

208268	hrotový soustruh SR 1250/9000
3491	hrotový soustruh SR 100/4000
3856	hrotový soustruh SRM 100/6000
3857	hrotový soustruh SRM 100/6000
240525	hrotový soustruh SU 100
FW1000	zavrtávací stroj FW1000
11531, 11532, 11 603	mostový jeřáb
S1, S2, S2, S4	stojan na tyče

Hrotový soustruh SRM 100

Obrázek 1.8 Hrotový soustruh SRM

Vybrané technické údaje stroje:

Výrobce:

- Škoda plzeň

Oběžný průměr nad suportem:

- 710 mm max

Oběžný průměr na ložem:

- 1000 mm max

Vzdálenost hrotů:

- 3000 mm max

Hmotnost obrobku:

- 10 000 kg

Upnutí tyče:

Tyč se upíná na upínací desku, dále je soustruh také vybaven hrotem a válečkovou lunetou.

Luneta nám slouží k upínání velkých a dlouhých tyčí, u kterých by pak docházelo k průhybu. Ten by vytvářel nepříznivé podmínky pro soustružení a zmetkovou výrobu.

Hrotový soustruh SU 100

Vybrané technické údaje stroje:

Výrobce:

- TST TOS Čelakovice

Oběžný průměr nad suportem:

- 730 mm max

Oběžný průměr na ložem:

- 1050 mm max

Vzdálenost hrotů:

- 3000 mm

Hmotnost obrobku:

- 8000 kg max

Upnutí tyče:

Tyč se upíná na upínací desku, dále je soustruh také vybaven hrotem a válečkovou lunetou.

1.5 Současný proces hrubování

Tyče se budou soustružit na hrotových soustruzích. Řezné podmínky jsou přizpůsobeny kvalitě nástrojů, strojů a materiálu.

Tabulka 1.2 Obrobitelnost

Materiál	Obrobitelnost
C45	11b
42CrMo4	11b
34CrNiMo6	11b
56NiCrMo6	11b
AISI 304L	13b

1.5.1 Základní řezné podmínky:

Otáčky

Tabulka 1.3 Otáčky

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	90	71	56
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	56	45	40

Posuv (f)

Tabulka 1.4 Posuv

	Hrubovací proces (pro všechny průměry)	Dokončovací proces (pro všechny průměry)
C45	1,25	0,75
42CrMo4		
34CrNiMo6		
56NiCrMo6		
AISI 304L		

Hloubka řezu (a_p)

Přídavek na obrábění činí $\pm 20\text{mm}$

Tabulka 1.5 Hloubka řezu

	Hloubka řezu, hrubování i dokončování (pro všechny průměry)
C45	10
42CrMo4	
34CrNiMo6	
56NiCrMo6	
AISI 304L	

Drsnost (R_a)

Tabulka 1.6 Drsnost

	Drsnost R_a (pro všechny průměry)
C45	12,5
42CrMo4	
34CrNiMo6	
56NiCrMo6	
AISI 304L	6,3

1.6 Jednoduchý technologický postup hrubování

K manipulaci s tyčemi je nutno kvůli jejich váze používat mostový jeřáb.

Postup:

- Upnutí tyče do sklíčidla, použití lunety v jedné třetině délky tyče
- Upnutí nástrojů a nastavení řezných parametrů
- Soustružení pásu pro lunetu o délce přibližně 150 mm
- Hrubování tyče do poloviny na drsnost R_a 25 mm a zadaný průměr
- Kontrola, měření průměru
- Hrubování tyče do poloviny na drsnost R_a 12,5 mm a zadaný průměr
- Kontrola, měření průměru
- Otočení tyče, upnutí tyče
- Hrubování tyče do poloviny na drsnost R_a 25 mm a zadaný průměr

- Kontrola, měření průměru
- Hrubování tyče do poloviny na drsnost Ra 12,5 mm a zadaný průměr
- Kontrola, měření průměru

1.7 Nabídka hrubovaných tyčí

Tabulka 1.7 Nabídka tyčí

Nabídka hrubovaných tyčí, Kč za kus				
Jakost materiálu		Rozměr a cena		
		Ø 200 x 6 000	Ø 300 x 6 000	Ø 450 x 6 000
C45	12050	3 173 Kč	3 772 Kč	4 672 Kč
42CrMo4	15142	3 173 Kč	3 772 Kč	4 672 Kč
34CrNiMo6	16343	3 173 Kč	3 772 Kč	4 672 Kč
56NiCrMo6	19665	3 173 Kč	3 772 Kč	4 672 Kč
AISI 304L	17240	5 067 Kč	6 229 Kč	7 973 Kč

Ceny jsou platné ke dni 12. 10. 2011, kdy byla vystavena tato nabídka.

1.8 Stručná charakteristika materiálů

C45 - Nelegovaná ušlechtilá ocel k zušlechťování. Často používaná nelegovaná ocel pro výrobu méně namáhaných strojních dílů ve stavu zušlechtěném nebo normalizačně žíhaném.

42CrMo4 - Nízkolegovaná ušlechtilá chrom - molybdenová ocel k zušlechťování. Ocel s vyšší prokalitelností pro výše namáhané strojní díly.

34CrNiMo6 - Středně legovaná ušlechtilá chrom – nikl - molybdenová ocel k zušlechťování. Ocel s vysokou prokalitelností pro vysoce namáhané strojní díly.

56NiCrMo6 - Skupina ocelí: na nástroje pro tváření za tepla, na nástroje pro stříhání za tepla, na nástroje pro stříhání za studena.

AISI 304L - Austenitická chromniklová nerezová ocel. Celkově má vynikající odolnost proti korozi zvláště proti atmosférické a půdní korozi. Lze ji velmi dobře vyleštit na vysoký lesk. Má vynikající tažnost za studena. Svařitelnost je dobrá. Obrobitelnost ztížená, protože za studena zpevňuje.

1.9 Zkoušky tyče

Zavedenou novinkou je garance materiálu tyčí. Ta se provádí tak, že se z každé tyče na pile uřízne kus materiálu, který se dále posílá na mechanické a chemické zkoušky.



Obrázek 1.9 Řez

1.10 Životní cyklus tyče

Životní cyklus tyče začíná v kovárně, kde se na supermoderním a plně automatizovaném stroji zhotoví volným kováním tyč o potřebné délce, průměru a materiálu podle zákaznickova požadavku. Takto „vybouchané“ tyče se dostávají na dopravník a jsou dopravovány k jeřábu. Zde se nakládají na vagón nebo na návěs. Záleží na tom, jak se budou dopravovat. Následuje cesta z haly VÍTKOVICE HAMMERING a.s. na pilu, kde bude odřezán z každé tyče zkušební vzorek. Dále pak putují do haly VÍTKOVICE MECHANIKA a.s., kde se tyče uloží za pomoci mostového jeřábu do stojanu. Tyče ze stojanu se dále přemístí na rýsovací stůl, kde se narýsují polohy děr pro navrtávačku. Z rýsovacího stolu se tyče přemístí na navrtávačku, kde navrtávací stroj navrtá důlek. Z navrtávacího stroje dále tyče putují do stojanu pro navrtané tyče připravené k soustružení. Z tohoto stojanu se pak opět za pomoci jeřábu tyče již upínají do soustruhu, v němž se nastaví řezné podmínky a tyč se soustruží. Po dokončení soustružení se tyče za pomoci jeřábu položí do stojanu pro hotové tyče. Každá tyč dostane své označení. Jakmile je vyroben požadovaný počet tyčí, naloží se zpět na vagón nebo návěs a expedují se k zákazníkovi.

2 Hodnocení současného stavu

2.1 SWOT analýza řezných podmínek a logistiky procesu hrubování kovaných tyčí

Tabulka 2.1 SWOT analýza

Silné stránky	Slabé stránky
Výběr ze šesti jakostí materiálu Výběr ze tří rozměrů Flexibilní cenová politika Školení pracovníci se zkušenostmi soustružení kovaných tyčí Tradice a reference firmy	Staré a méně výkonné soustruhy
Příležitosti	Hrozby
Renovace strojů Možnost objemné produkce tyčí díky výkonnému kovacímu stroji ojedinělém v Evropě Přísun nových zákazníků díky možnosti objemnější produkce	Závislost na Hammeringu Vnitropodnikové logistické problémy Krize

3 Návrh řešení

3.1 Logistika

Logistická řešení předpokládáme při produkci 40 tyčí denně.

3.1.1 Návrh „Train“

Nejjednodušší řešení, které se naskytuje v této problematice, je plné využití železniční dopravy. Při předpokládané objemové produkci 40 tyčí denně jak je plánováno, by všechny tyče byly dopravovány po kolejích. Největší výhodou v použití tohoto řešení z ekonomického hlediska je vynaložení nejnižších nákladů. Další příznivým faktorem je únosnost jednoho vagónu, což činí 40t až 50t. S takovou únosností je schopen jeden vagón uvést 10 tyčí. Denně budou dopravovány čtyři vagony z VÍTKOVICE HAMMERING

a.s. do VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. Jak již bylo uvedeno v práci, fatálním problémem ale je, že přeprava je realizována po trati přes haly, které nepatří VÍTKOVICE MECHANIKA a.s., ale patří VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. Proto jakákoliv překážka na kolejích, která způsobuje neprůjezdnost, má za následek zastavení produkce a nesplnění denního plánu.

Železniční doprava stojí 1980,- Kč denně pro vagon s přistavením do druhého dne. Pro okamžité přistavení a použití vagonu pak cena stoupá na + 100%. To znamená, že cena pro objednání pěti vagonů bude denně činit 9900,- Kč.

Tabulka 3.1 Klady a zápory

Klady	Zápory
Nejjednodušší řešení	Silná závislost na VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.
Nejmenší finanční zatížení	
Efektivní doprava z pohledu únosnosti	

3.1.2 Návrh „Car“

Další dostupné řešení je nespolehat se na kolejovou dopravu a použít dopravu silniční. Jejimi klady jsou kratší dráha dopravy tyčí po silnici než po železnici. Absolutně žádné překážky v dopravě, zajištěné šířkou cesty vedoucí do haly VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. Tak dochází k bezproblémovému doručování tyčí a nepřetržité produkci. Avšak tato doprava má také své nevýhody. První z nich je finanční zatížení denního pronájmu kamionu s návěsem. Operování s návěsem kamionu vyžaduje zkušeného a kvalifikovaného řidiče. Únosnost návěsu kamionu v porovnání s vagónem je třetinová, návěs je schopen uvést nanejvýše pět tyčí.

Cena za silniční přepravu závisí na hmotnosti tyčí a pohybuje se od 39,- až 60,- Kč/tunu denně. Pokud budeme brát v úvahu dražší náklady, tak budeme platit 12000,- Kč denně.

Tabulka 3.2 Klady a zápory

Klady	Zápory
Bezproblémová doprava tyčí	Střední finanční zatížení
Jednoduché řešení	Snížená únosnost

3.1.3 Návrh „Flexi“

Tento návrh by měl být kombinací železniční dopravy a silniční dopravy. Podstata tohoto návrhu by měla být ve sledování a kontrole stavu kolejí v halách VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. Pověřená osoba má za úkol sledovat stav tratě, zda se v halách VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. nenacházejí nějaké překážky v dopravě a trať je průjezdná. Tato osoba by pak měla informovat nadřízené o průjezdnosti nebo neprůjezdnosti kolejí a sdělit, za jak dlouho se koleje mohou stát průjezdné. Vedení by mělo být operativní a vyhodnotit danou situaci. Podle toho se zachovat a informovat VÍTKOVICE HAMMERING a.s. zda budou tyče nakládat na návěs nebo na vagón. Pokud se budou tyče nakládat na návěs, měl by být připravený v pohotovosti a po celý den. Obrovskou výhodou této metody je kontinuální produkce.

Cena by činila 9900,- Kč za železniční dopravu a dále v případě nutnosti od 0,- Kč až po 12000,- Kč za dopravu silniční. Záleželo by na neprůjezdnosti kolejí.

Tabulka 3.3 Klady a zápory

Klady	Zápory
Kontinuální produkce	Vyšší finanční zatížení
Kombinace obou doprav	Vyšší organizační požadavky

3.1.4 Návrh „Night shift“

Principem tohoto návrhu je, dopravit a připravit tyče na noční směně. Pak přichází v úvahu průjezdné koleje. Během denní směny by VÍTKOVICE HAMMERING a.s. nachystal všechny tyče na vagóny. Tam by setrvaly až do večerních hodin. Ve večerních hodinách po prázdné koleji by se tyto tyče odvezly do haly VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. Byla by nutnost, aby na noční směně pracoval také jeřábník, který by byl schopen tyto tyče složit z vagónů. Bylo by třeba dalšího pracovníka, který by mu pomáhal nasazovat na tyče popruhy k přepravě, aby jeřábník pokaždé nemusel opouštět své pracoviště. Proto by bylo vhodné i tyče připravit. Na noční směně by tedy pracovali 2 navrtávači a rýsovač

z denní směny. Hotové tyče by pak byly plně připravené na denní směnu. Tímto by se dosáhlo plynulé produkce a bezproblémového chodu.

Cena tohoto návrhu by byla 9900,- Kč za železniční dopravu plus plat jednoho jeřábníka na noční směně měsíčně $\pm 25000,-$ Kč.

Tabulka 3.4 Klady a zápory

Klady	Zápory
Absence silniční dopravy	Vyšší finanční zatížení
Plynulá produkce	Vyšší organizační požadavky

3.2 Renovace a modernizace soustruhů

Další nabízející se řešení pro optimalizaci řezných podmínek je renovace a modernizace již stávajících soustruhů. V tomto oboru operuje několik firem, které nabízejí různé druhy renovací a modernizací.

3.2.1 Alfa-Tech Czech, spol s r.o.

Firma Alfa-Tech Czech nabízí střední a generální opravy strojů, modernizaci obráběcích strojů, montáže digitálního odměřování polohy, návrhy a stavby elektrorozvaděčů dle aktuálních norem. K opravám v rozsahu GO dodává veškerou potřebnou dokumentaci.

Nabízené práce:

- celková demontáž stroje, kompletní umytí a odmaštění všech demontovaných dílů, oprava včetně (přebroušení kužele, oprava včetně vřeteníku, zaškrabání, nové sklíčidlo vel. 250, příruba, výroba a montáž sklopného krytu sklíčidla, 2 ks lunet - pevná, posuvná, dle objednávky
- kompletní odstranění stávajícího tmele, základ, tmelení, broušení, nový lak (dvojbarevný)
- přebroušení vodících ploch lože, saní a suportů, oprava protiploch, zaškrabání
- oprava, případně výměna vodících šroubů, výroba nových matic, seřízení

- oprava, případně výměna klínových lišt suportů, oprava nožové hlavy, nové upínací šrouby
- ustavení, zaškrabání saní a suportů, ustavení (zaškrabání) vřeteníku
- oprava koníku, oprava tělesa, přebroušení pinoly (povrch, kužel, čelo), oprava šroubu
- oprava suportové, závitové a rychlostní skříně, výměna ložisek a vadných ozubených kol
- výměna elektro rozvodů, výroba a montáž nového elektrorozvaděče dle EN
- oprava mazání, chlazení, rozvodů, příslušných van a nádrží, krytek, plech krytů
- konečná montáž stroje, povrchová úprava
- doplnění všech ovládacích prvků, výměna štítků, montáž nových stěračů vodících ploch
- protokol přesnosti (Schlezinger) - přesnost do 0,02 mm, prohlášení o shodě, dokumentace elektro, revizní zpráva elektro

Cena renovace: ±1 260 000,- Kč bez DPH

3.2.2 APJ Praha s.r.o.

Firma APJ Praha nabízí generální opravy a účelové opravy soustruhů.

Nabízené práce:

- Honování koníku
- Oprava suportové skříně
- Oprava elektromagnetické brzdy
- Přebroušení lože, saní, příčného suportu
- Přebroušení vřetena, opravy vřeteníku
- Výměna elektroinstalace soustruhu

Cena renovace: neprovádí repase soustruhů takových velikostí

3.2.3 ABSUPPORT s.r.o.

Firma nabízí běžné a střední opravy strojů a zařízení a také soustruhů.

Cena renovace: 340,- Kč/hod za práci

3.2.4 R.O.S.P s.r.o.

Firma nabízí generální opravy a modernizaci soustruhů.

Nabízené práce:

- generální opravy všech typů vřeten
- střední opravy geometrických nepřesností strojů
- přeměření obráběcího stroje

Cena renovace: firma neodpověděla na email

3.2.5 STRICT COMP s.r.o.

Firma nabízí renovaci soustruhů.

Nabízené práce:

- Renovace soustruhů, odmašťování a barvení

Cena renovace: není možno vyhovět

3.3 Návrh obráběcích nástrojů

Pro optimalizaci řezných podmínek je také důležitý nástroj, kterým se obrábí. Bylo vybráno ze dvou předních firem v oboru.

Při volbě správného obráběcího nástroje a startovních řezných podmínek je jednou z nejdůležitějších věcí řádná identifikace obráběného materiálu. Obráběné materiály jsou dle normy ISO 513 rozděleny do šesti základních skupin. Zde jsou slučovány materiály, které vyvolávají kvalitativně stejný typ zatížení (namáhání) břitů a tudíž vyvolávají i podobný typ opotřebení.

Námi obráběný materiál spadá do skupiny **P**.

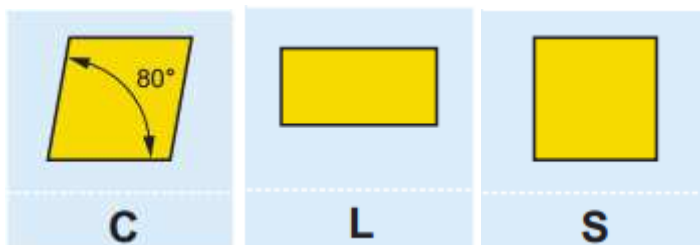
Rozhodující pro volbu optimálního materiálu břitových destiček je charakter řezu, tedy zda jde o nepřerušovaný nebo přerušovaný řez. Při nepřerušovaném řezu musí břit odolávat především účinku velké řezné síly a vysoké řezné teplotě – čili nebezpečí rychlého otěru a zejména nebezpečí vzniku plastické deformace s následným totálním plastickým porušením břitu „upálením“.

3.4 Návrh destiček Pramet tools s.r.o.

Návrh byl prováděn na základě brožury Pramet tools s.r.o., Soustružení - těžké hrubování.

V případě těžkého hrubovacího soustružení nepřerušovaným řezem bude nejvhodnější materiál VBD 6610, který má vysokou mez tepelné stability a tedy i vysokou otěruvzdornost (umožňuje použití nejvyšších řezných rychlostí) anebo velmi univerzální materiál 6630.

Nejvhodnější jsou destičky základního tvaru L a S s úhlem špičky $\varepsilon_r = 90^\circ$, C s úhlem špičky $\varepsilon_r = 80^\circ$. V tomto případě je nutno upozornit na VBD tvaru CNMM, kde použití „tupého rohu“ s úhlem špičky $\varepsilon_r = 100^\circ$ přináší významné zvýšení pevnosti břitu a navíc i využití všech čtyř břitů VBD.



Obrázek 3.1 Tvary VBD

3.4.1 Volba startovních řezných podmínek

Materiál 6610

Tabulka 3.5 Řezné podmínky 6610

Obráběný materiál Typ VBD		P
C	f posuv	0,45 - 1,70
	a _p hloubka řezu	4,0 - 16,0
	v _c řezná rychlost	240 - 175
L	f posuv	1,30 - 2, 60
	a _p hloubka řezu	10,0 - 27,0
	v _c řezná rychlost	150 - 120
S	f posuv	0,45 - 1,70
	a _p hloubka řezu	4,0 - 16,0
	v _c řezná rychlost	250 - 180

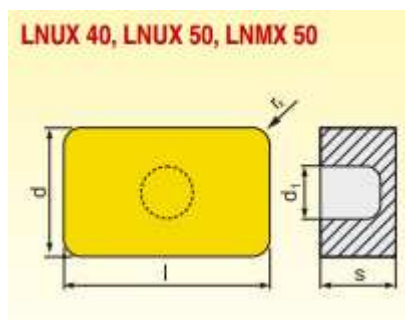
Materiál 6630

Tabulka 3.6 Řezné podmínky 6630




Obráběný materiál Typ VBD		P
C	f posuv	0,45 - 1,70
	a _p hloubka řezu	4,0 - 16,0
	v _c řezná rychlost	155 - 75
L	f posuv	0,70 - 2,50
	a _p hloubka řezu	2,0 - 36,0
	v _c řezná rychlost	110 - 45
S	f posuv	0,30 - 2,00
	a _p hloubka řezu	2,5 - 16,0
	v _c řezná rychlost	225 - 65

3.4.2 Výběr vhodné destičky

3.4.2.1 Hrubovací proces

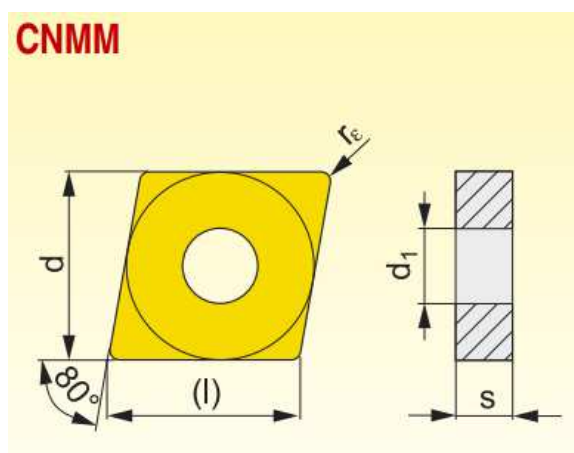


Obrázek 3.2 VBD L




Utvářecí Chip breaker	ISO	ANSI	Materiály Grades										Rádus Radius	Posuv na ot. Feed per rev.			Hloubka řezu Depth of cut	
			6610	6630	6635	6640							r_s	f_{min}	f_{max}	$a_{p min}$	$a_{p max}$	
	LNUX 40-1129002	LNUX -39002	●	●	●	○							3,2	1,30	2,60	10,0	27,0	
	LNUX 40-1129003	LNUX -39003	○	●	●	●							3,2	1,20	2,50	10,0	27,0	
	LNUX 50-1275000	LNUX -5000	○	●									3,2	1,20	2,50	10,0	36,0	

Obrázek 3.3 VBD L vlastnosti

3.4.2.2 Dokončovací proces



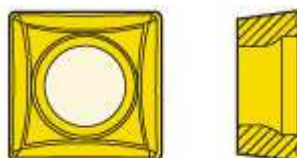
Obrázek 3.4 VBD C

Utvářec Chip breaker	ISO	ANSI	Materiály Grades										Rádus Radius r_c	Posuv na ot. Feed per rev. f_{min} f_{max}		Hloubka řezu Depth of cut $a_{p min}$ $a_{p max}$	
			6610	6630	6635	6640	8040	9230									
	CNMM 250924E-HR	CNMM 866E-HR	●			●	●	●					2,4	0,50	1,40	5,0	14,0
	CNMM 250924E-NR2	CNMM 866E-NR2	●	●									2,4	0,50	1,60	3,0	16,0
	CNMM 250924E-OR	CNMM 866E-OR	●	●		●		●					2,4	0,45	1,70	4,0	16,0

Obrázek 3.5 VBD C vlastnosti

3.5 Návrh destiček SECO tools

Měl být proveden i návrh konkurenčního výrobce vyměnitelných břitových destiček, firmy SECO tools, ale tato firma nedisponuje žádnými VBD pro těžké hrubování. Nej kvalitnější VBD, kterou tato firma produkuje je destička SCMT (viz obr).



Obrázek 3.6 VBD Seco

Description	Grade	a_p (mm)		f_n (mm/r)		v_c (m/min)	
		Rec.	Range	Rec.	Range	Rec.	Range
SCMT250924T-F2	TP2500	10.00	3.00-20.00	1.00	0.50-1.40	120	140-100

Obrázek 3.7 VBD Seco vlastnosti

Vyplyvá tak, že tato VBD je naprosto nevhodná. Tudíž VBD firmy SECO tools jsou nepotřebné.

3.6 Návrh řezných podmínek

Návrh řezných podmínek je ovlivněn třemi faktory a to, zda nebude investováno do renovace soustruhů, zda bude investováno do renovace a v poslední řadě, zda zakoupíme nový soustruh. Řezné podmínky pak při prvních dvou případech se budou lišit pouze posuvem. Otáčky a hloubka třísky nebyly měněny. V posledním případě zakoupení nového soustruhu si můžeme dovolit řezné podmínky přiblížit maximu.

Při návrhu by měl být největší důraz kladen na posuv. To je v dnešní době totiž nejdůležitější řezná podmínka, která nám velmi výrazně ovlivňuje nejen rychlost opotřebení nástroje, kvalitu povrchu opracované součásti, ale hlavně jednu z nejdůležitějších veličin, kterou je čas výroby. Proto by mělo být promyšleno, zda je vhodné investovat do většího nákupu VBD za účelem snížení strojního času opracování tyče a zvýšení maximální denní kapacity výroby. Jako velkoodběrateli by se cena pohybovala okolo 30 Kč až 50 Kč za destičku.

3.6.1 Příklad nerenovování

Pokud bude rozhodnuto neinvestovat do renovace strojů, nedoporučuje se žádné zvyšování řezných podmínek. Naopak zachování dosavadních podmínek a pouze navýšení posuvu pro hrubování o 0,25. Navýšení všech řezných podmínek by mohlo mít velmi negativní dopad na životnost obráběcích strojů z důvodu jejich stávajícímu technickému stavu.

Otáčky (n)

Tabulka 3.7 Otáčky

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	90	71	56
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	56	45	40

Posuv (f)

Tabulka 3.8 Posuv

	Hrubovací proces (pro všechny průměry)	Dokončovací proces (pro všechny průměry)
C45	1,5	0,75
42CrMo4		
34CrNiMo6		
56NiCrMo6		
AISI 304L		

Hloubka řezu (a_p)

Tabulka 3.9 Hloubka řezu

	Hloubka řezu, hrubování i dokončování (pro všechny průměry)
C45	10
42CrMo4	
34CrNiMo6	
56NiCrMo6	
AISI 304L	

Drsnost (R_a)

Tabulka 3.10 Drsnost

	Drsnost R_a (pro všechny průměry)
C45	12,5
42CrMo4	
34CrNiMo6	
56NiCrMo6	
AISI 304L	6,3

3.6.2 Příklad renovace

Pokud bude rozhodnuto investovat do renovování obráběcích strojů, mohou se všechny řezné podmínky zvýšit za účelem snížení strojního času a zvýšení kvality povrchu. V tomto případě by bylo vhodné zvýšit záběr nože o 3 milimetry na hrubování a nasadit posuv do 2. Toto nastavení by velmi výrazně snížilo strojní čas. Dokončovací proces by byl pak upraven na menší záběr třísky a to 7 milimetrů, zvýšení otáček o jeden stupeň a zvýšení posuvu na 1.

Otáčky (n)

Tabulka 3.11 Otáčky

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	100	80	63
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	63	56	45

Posuv (f)

Tabulka 3.12 Posuv

	Hrubovací proces (pro všechny průměry)	Dokončovací proces (pro všechny průměry)
C45	1,75	1
42CrMo4		
34CrNiMo6		
56NiCrMo6		
AISI 304L		

Hloubka řezu (a_p)

Tabulka 3.13 Hloubka řezu

	Hloubka řezu (pro všechny průměry)	
	Hrubování	Dokončování
C45	13	7
42CrMo4		
34CrNiMo6		
56NiCrMo6		
AISI 304L		

Drsnost (R_a)

Tabulka 3.14 Drsnost

	Drsnost R_a (pro všechny průměry)
C45	12,5
42CrMo4	
34CrNiMo6	
56NiCrMo6	
AISI 304L	6,3

3.6.3 Příklad zakoupení nového soustruhu

Pokud bude zakoupen nový soustruh, bude možno využít až maximálních dovolených řezných parametrů VBD. Tím bychom strojní čas snížili na minimum a dosáhli bychom tak maximální produkce. Toto je ovšem pouze ideální stav a bylo by to plýtváním VBD, protože by extrémně klesla jejich životnost. Navrhovaný optimální stav by se měl pohybovat pro hrubování okolo hodnot:

- posuv 2,25
- tříska 13 až 15 mm
- otáčky 80 až 150 ot/min.

Otáčky (n)

Tabulka 3.15 Otáčky

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	150	130	110
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	100	90	80

Posuv (f)

Tabulka 3.16 Posuv

	Hrubovací proces (pro všechny průměry)	Dokončovací proces (pro všechny průměry)
C45	2,25	1,25
42CrMo4		
34CrNiMo6		
56NiCrMo6		
AISI 304L		

Hloubka řezu (a_p)

Tabulka 3.17 Hloubka řezu

	Hloubka řezu (pro všechny průměry)	
	Hrubování	Dokončování
C45	10 - 15	10 - 5
42CrMo4		
34CrNiMo6		
56NiCrMo6		
AISI 304L		

Drsnost (R_a)

Tabulka 3.18 Drsnost

	Drsnost R_a (pro všechny průměry)
C45	12,5
42CrMo4	
34CrNiMo6	
56NiCrMo6	
AISI 304L	6,3

3.7 Návrh obráběcích strojů

Pro optimalizaci řezných podmínek se nabízí další možnost a to koupit nový výkonnější stroj. Ve SWOT analýze (Tab. 2.1) slabou stránkou procesu jsou staré a méně výkonné soustruhy. Řešením by bylo tedy buď modernizovat vybavení podniku, nebo pořídit zcela nový stroj. Ten dosahuje většího výkonu, je schopen vydržet rychlejší posuv nástroje a tím zkrátit i čas potřebný k obrobení jedné tyče.

Podle dostupných informací z internetu byly vybrány dva CNC soustruhy, které odpovídají požadavkům na rozměry a váhu obráběných tyčí. První soustruh prodává firma Machine group s.r.o a druhý soustruh firma Fermat machinery.

3.7.1 Machine Group s.r.o

Z nabídky této firmy byl vytipován nejvhodnější produkt a to Horizontální soustružnické centrum GT 275 J. Tyto soustruhy patří mezi extra tuhé a vysoce výkonné stroje.

Tabulka 3.19 Vlastnosti stroje

Model	Pojezd X/Z (mm)	Max. průměr obrábění (mm)	Max. průměr tyče (mm)	Hlavní vřeteno
GT 275 J	685/7000	Ø 1270	Ø 538	40", A2-28, 45kW, 250 ot/min



Obrázek 3.8 Soustruh John Ford

3.7.2 FERMAT machinery

Vhodným produktem od této firmy se stal CNC soustruh SF 102 CNC. Soustruh je zkonstruován z masivních odlitků s přesně broušeným ložem a precisním uložením suportu.

Tabulka 3.20 Vlastnosti stroje

Model	Pojezd X/Z (mm)	Max. průměr obrábění (mm)	Max. průměr tyče (mm)	Hlavní vřeteno
SF 102	535/6200	1020	676	A1-11, 33kW, 15-1480 ot/min



Obrázek 3.9 Soustruh Fermat

3.8 Výpočet strojních časů

Produktivita obráběcího stroje se hodnotí počtem výrobků za jednotku času nebo časem potřebným pro jejich výrobu. Strojní čas je závislý na veličinách jako délka obrobku, otáčky soustruženého materiálu a posuv.

Strojní čas určíme ze vzorce (3.1).

$$t_s = \frac{L}{n \cdot f} [\text{min}] \quad (3.1)$$

3.8.1 Strojní časy při současném procesu hrubování

Strojní čas hrubování

Tabulka 3.21 Hrubování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	53min	67min	85min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	85min	106min	120min

Strojní čas dokončování

Tabulka 3.22 Dokončování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	89min	113min	143min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	143min	178min	200min

Celkový strojní čas

Tabulka 3.23 Celkový

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	142min	180min	228min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	228min	284min	320min

3.8.2 Strojní časy při případě nerenovování**Strojní čas hrubování**

Tabulka 3.24 Hrubování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	45min	57min	72min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	72min	89min	100min

Strojní časy dokončování

Tabulka 3.25 Dokončování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	88min	112min	142min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	142min	177min	200min

Celkový strojní čas

Tabulka 3.26 Celkový

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	133min	169min	214min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	214min	266min	300min

3.8.3 Strojní čas pro případ renovace**Strojní čas hrubování**

Tabulka 3.27 Hrubování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	35min	43min	55min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	55min	61min	77min

Strojní čas při dokončování

Tabulka 3.28 Dokončování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	60min	75min	95min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	95min	107min	133min

Celkový strojní čas

Tabulka 3.29 Celkový

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	95min	118min	150min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	150min	169min	210min

3.8.4 Strojní čas při zakoupení nového soustruhu

Strojní čas hrubování

Tabulka 3.30 Hrubování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	18min	21min	27min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	27min	30min	34min

Strojní čas dokončování

Tabulka 3.31 Dokončování

	Ø200	Ø300	Ø450
C45	32min	37min	48min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	48min	54min	60min

Celkový strojní čas

Tabulka 3.32 Celkový

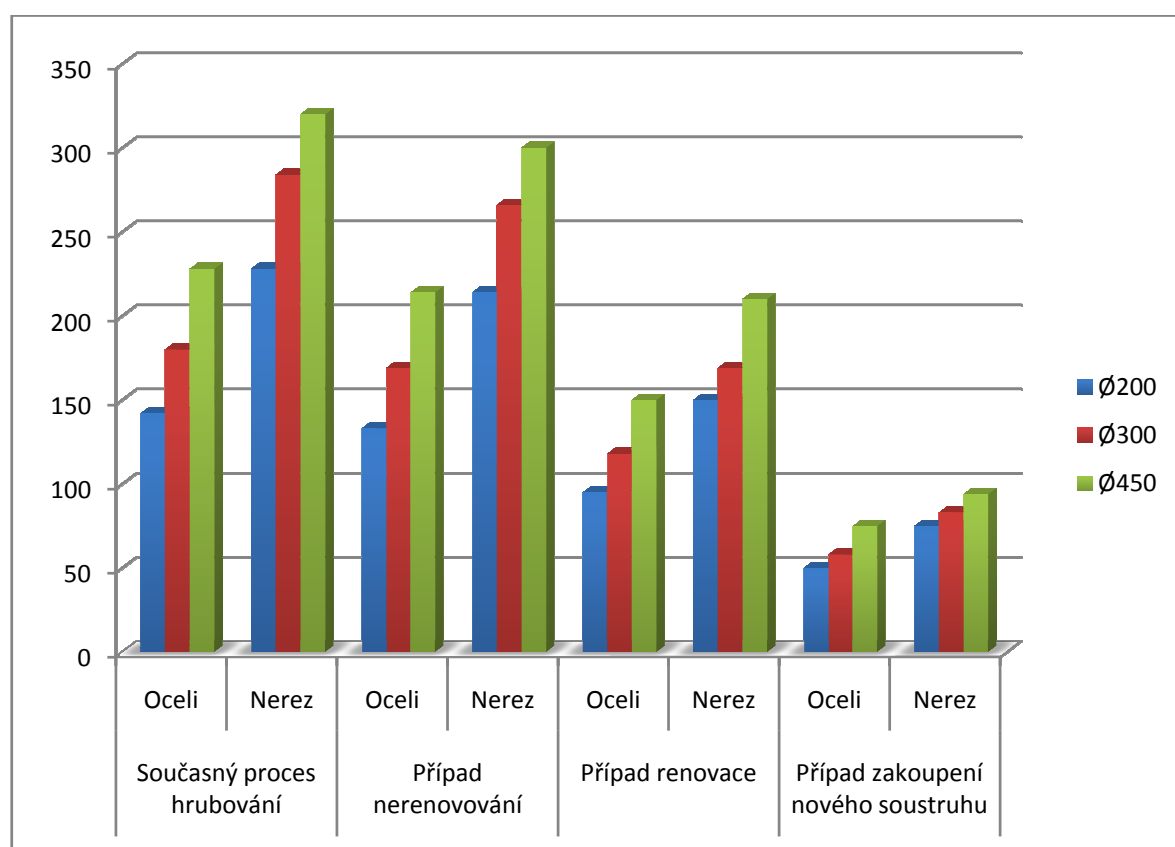
	Ø200	Ø300	Ø450
C45	50min	58min	75min
42CrMo4			
34CrNiMo6			
56NiCrMo6			
AISI 304L	75min	83min	94min

3.9 Porovnání strojních časů

Při porovnání strojních časů bylo zjištěno, že úspora se pohybuje sestupně od 8% až do 65% celkového strojního času (obr. 3.10). Samozřejmě toto jsou pouze orientační teoretické výpočty, které se liší od praxe. Slouží nám jako vhodný ukazatel při rozhodování o investicích. K největší úspoře strojního času dojde při nákupu nového stroje nebo nových strojů. Úspora dosahuje takové míry, že nový stroj je schopen vyrobit dvě tyče a kousek třetí tyče, oproti stávajícímu stavu.

Tabulka 3.33 Porovnání strojních časů

		Ø200	Ø300	Ø450
Současný proces hrubování	Oceli	142	180	228
	Nerez	228	284	320
Případ nerenovování	Oceli	133	169	214
	Nerez	214	266	300
Případ renovace	Oceli	95	118	150
	Nerez	150	169	210
Případ zakoupení nového soustruhu	Oceli	50	58	75
	Nerez	75	83	94



Obrázek 3.10 Graf strojních časů

4 Maximální výrobní kapacita jednoho stroje

Norma využitelného časového fondu udává po jakou dobu je možno využívat stroj, zařízení, pracoviště nebo pracovníka k produkci v průběhu zvoleného období. Zvoleným obdobím se obvykle rozumí rok, čtvrtletí, týden, apod., podle potřeby, zda využitelný časový fond bude sloužit k projektování, plánování nebo stanovení vytěžování.

4.1 Efektivní časový fond dělníka

Efektivní časový fond dělníka je označován E_{DC} . Jeho výpočet je počet dní jednoho roku mínus dny, kdy se nepracuje a těmi jsou soboty a neděle, kterých je v roce 104, jsou označovány SN , placené svátky, kterých je 9, jsou označovány P_s , dny pracovní dovolené, těch je průměrně 20, jsou označovány D_d a počet dnů pracovní neschopnosti, kterých je průměrně 15, jsou označovány D_{pn}

$$E_{DC} = 365 - SN - P_s - D_d - D_{pn} = 365 - 104 - 9 - 20 - 15 = 217 \text{ dnů} \quad (4.1)$$

4.2 Využitelná kapacita pracoviště

Tabulka 4.1 Snížení kapacity

čištění strojů na konci týdne	17,3 hod/rok
preventivní prohlídka, údržba a opravy	20 hod/rok
zvláštní úklid před svátky	5 hod/rok
povinné školení bez práce	8 hod/rok
z celkem ročně	50,3 hod/rok

$$E_{SE} = E_{DE} \cdot h \cdot s \cdot g \cdot \left(1 - \frac{z}{100}\right) = 217 \cdot 8 \cdot 2 \cdot \left(1 - \frac{2,88}{100}\right) = 3372 \text{ hod / rok} \quad (4.2)$$

h.....počet hodin za směnu

s.....počet směn

g.....počet vzájemně zastupitelných pracovišť

Kapacita jednoho pracoviště činí 3372 hod/rok. Denní kapacita jednoho pracoviště činí 15 hodin a 32 minut.

5 Závěr

Na základě získaných informací byla navržena čtyři logistická řešení, která by mohla být v budoucnu použita. Pokud by mělo být rozhodnuto čistě na základě finanční zátěže navržených řešení, pak by byl zvolen návrh „Train“. Náklady jsou zde nejnižší a řešení je jednoduché. Avšak zde může nastat již zmíněná problémová situace, neprůjezdnost tratě. Kdybychom se chtěli vyhnout této situaci, muselo by být zvoleno některé ze zbylých tří řešení.

Pomocí informací z internetu bylo nalezeno a kontaktováno e-mailem pět firem z výše uvedeného seznamu. Firma R.O.S.P s.r.o. neodpověděla vůbec. Firmy Apj Praha a STRICT COMP odpověděly záporně, přičemž firma Apj neprovádí repase soustruhů naší velikosti a firma STRICT COMP by potřebovala k opravě dokumentaci soustruhu, která bohužel není dostupná, jelikož nebyla archivována. Firmy Alfa-tech Czech spol, s.r.o. a AB support jako jediné odpověděly kladně. Firma AB support je schopna provést výměnu ložisek, opravu převodů, přičemž jejich hodinová sazba činí 340,-Kč/hod, plus použitý materiál, popř. jiné opravy. Firma AB support není schopna provést broušení vodících ploch. Firma Alfa-tech Czech spol, s.r.o. je schopna provést opravy soustruhu až do rozsahu GO. Předběžná cena za generální opravu by se pak pohybovala okolo 1.260.000,- Kč bez DPH.

Dále byly navrženy nové VBD. Pro hrubovací proces byla vybrána VBD firmy Pramet tools s.r.o. typ LINUX 50-1275000 z materiálu 6610 a pro dokončovací proces byla vybrána břitová destička typ CNMM 250924E-OR z materiálu 6610. Následně byly těmto VDB přiřazeny i řezné podmínky dle doporučených hodnot příručky pro těžké soustružení firmy Pramet tools s.r.o.

Byly také navrženy nové řezné podmínky ve třech případech řešení. Za první případ nerenovování by byl případem, kdy firma nehodlá vůbec investovat do strojů. Zde byl pouze zvýšen posuv hrubování. Za druhé případ renovace by pak byl takovým případem řešení, kde by firmy byla ochotná investovat do renovace a pak by bylo možno zvýšit posuv a změnit záběr nože. Poslední případ je zakoupení nového či nových soustruhů. Tím by se dosáhlo drastického zlepšení strojních časů a zrychlení výroby.

Pro lepší produktivitu práce byly vytipovány dva horizontální CNC soustruhy. Tyto soustruhy jako jediné odpovídají požadavkům na váhu a rozměry obráběných tyčí. První navržený soustruh může být zakoupen od firmy Machine Group s.r.o. typ GT 275 J.

Druhým soustruh může být zakoupen od firmy Fermat Machinery typ SF 102 CNC. Oba zmíněné soustruhy jsou si velmi podobné svými výrobními vlastnostmi.

Nakonec byly spočteny a porovnány strojní časy všech případů.

Při produkci VÍTKOVICE HAMMERING a.s. 40 tyčí denně, by měla být udržena výrobní kapacita jednoho stroje 8 tyčí denně. Čas, po který můžeme jeden den pracovat, činí 15 hodin a 32 minut. Z toho vyplývá, že jedna tyč by měla být vyrobena za 1 hodinu a 56 minut. Do tohoto času však není zahrnuta manipulace, upínání a další úkony. Jak bylo vypočítáno a uvedeno v tabulkách kapitole 3.8, takovému předpokladu vyhovují některé případy strojních časů kapitole 3.8.3 a všechny časy v kapitole 3.8.4. Z tohoto hlediska by bylo nejlepším řešením renovovat, koupit nový popřípadě nové stroje, anebo zavést třísměnný provoz ve firmě.

6 Použitá literatura

- [1] VÍTKOVICE MECHANIKA A.S. Výroční zpráva za rok 2008. Ostrava, 9.2.2009, 29 s. Dostupné z: <http://www.vitkovice-mechanika.cz/default/file/download/id/5203/inline/1>
- [2] VÍTKOVICE MECHANIKA A.S. Propagační materiál 2009. Ostrava, 2009.
- [3] Politika kvality. VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. [online]. 2009 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://www.vitkovice-mechanika.cz/21/cs/node/613>
- [4] Výrobní systém. API Academy of productivity and innovations [online]. 2005 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/page/67818.vyrobní-system-efektivní-vyroba/>
- [5] GLOSA: Náš zákazník, náš pán. In: Neviditelný pes [online]. 29. října 2009 [cit. 2012-02-14]. Dostupné z: http://neviditelnypes.lidovky.cz/glosa-nas-zakaznik-nas-pan-09h-/p_ekonomika.asp?c=A091028_173803_p_ekonomika_wag
- [6] NOVÁK, Josef. Organizace a řízení [online]. 2006, 105 s. [cit. 2012-02-14]. ISBN 80-248-1223-1. Dostupné z: <http://www.fs.vsb.cz/euprojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>
- [7] Strojírenské Vítkovice zprovoznilly rychlokovárnu, supermoderní provoz, jaký nemá v Evropě obdoby. In: VÍTKOVICE MACHINERY GROUP [online]. 03.10.2011 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://www.vitkovice.cz/news/message/detail/id/608/lang/cs/site/9>
- [8] Dlouhé kované výrobky a trubky. VÍTKOVICE MACHINERY GROUP [online]. 2009 [cit. 2012-02-15]. Dostupné z: <http://www.vitkovice.cz/9/cs/node/2385>
- [9] KATALOG NÁKLADNÍCH VAGÓNŮ: Nákladní vagóny [online]. 2005 [cit. 2012-02-23]. Dostupné z: <http://pvoltr.sweb.cz/>
- [10] Opravy a modernizace obráběcích strojů. Alfa-Tech Czech [online]. 2008 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://alfatech.webnode.cz/opravy-os/>
- [11] Generální opravy - Účelové opravy soustruhů. APJ Praha [online]. 2008 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.apj.cz/generalni-opravy/ucelove-opravy-soustruhu>
- [12] RENOVACE SOUSTRUHŮ, LISŮ, FRÉZEK ATP (ODMAŠŤOVÁNÍ, BARVENÍ). *Steinhauser* [online]. 2007 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://steinhauserbrno.cz/20.htm>

- [13] OPRAVY STROJŮ A ZAŘÍZENÍ. *ABSUPPORT* [online]. 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.absupport.cz/sluzby/opravy-stroju-a-zarizeni>
- [14] Servis a generální opravy. *Jaroslav Špicl* [online]. 2010 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.rosp.cz/servis-a-generalni-opravy.htm>
- [15] PRAMET TOOLS S.R.O. *SOUSTRUŽENÍ – TEŽKÉ HRUBOVÁNÍ*. Šumperk, 2008. Dostupné z: <http://www.pramet.com/download/katalog/pdf/Roughing%20CZEN%20scr.pdf>
- [16] Secolor® Selection Guide. *Seco Tools* [online]. 2012 [cit. 2012-03-10]. Dostupné z: <http://www.secotools.com/cs/Global/Services--Support/Tool-Selection-Support/Secolor-Selection-guide/>
- [17] Oceli k zušlechťování podle EN 10083. Bolzano [online]. 2004 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://prirucka.bolzano.cz/cz/technicka-podpora/techprir/tycovaocel/EN10083/>
- [18] Vlastnosti a použití nerezových austenitických ocelí. TERAPOL nerezové oceli [online]. 2002 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://www.terapol.cz/vlastnostiapouziti.php>
- [19] Fe slitiny - oceli, litiny. VÚK ČSN 419665 [online]. 2005 [cit. 2012-03-28]. Dostupné z: <http://cesar.fme.vutbr.cz/informace/nezelezo/Fe281.htm>
- [20] CNC HORIZONTÁLNÍ SOUSTRUŽNICKÉ CENTRA. *Machinery group s.r.o* [online]. 2010 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://www.machinegroup.cz/johnford/soustruh/soustruhy.html>
- [21] SF 76, 89, 102 CNC. *Fermat machinery* [online]. 2008 [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: <http://www.fermatmachinery.com/cs/11-cnc-soustruhy/39-sf-76-89-102-cnc.html>